

压力表计量检定方法与精度控制研究

叶小芳

四川天华化工集团股份有限公司, 四川 泸州 646000

[摘要]文章研究了压力表的计量检定与精度控制的问题。压力表属于工业测量行业中的重要仪表仪器,它的量值准确性直接关系着生产和产品品质的优劣。文章先分析了有关压力表的计量检定的方法,包含它的检定的工作原理、用到的标准器具、具体实施过程以及怎么计算检定的数据等等内容;然后介绍了哪些原因会导致压力表出现示值偏差的情况,有制造上的设计缺陷的原因、使用过程中的人为因素、受到周围环境条件的影响和其他老化损耗的因素等几个方面;接着给出了对压力表采取的一些精度控制手段,主要是合理的结构设计,按时开展检定校验,改善安装的工作环境,及时做好相应的保养维护等工作;最后是对检定技术以及精度调控未来的发展趋势作出展望,主要体现在自动化的检定模式和引入新型的传感材料等方面。

[关键词]压力表; 计量检定; 精度控制; 不确定度

DOI: 10.33142/ect.v3i12.18612

中图分类号: F203

文献标识码: A

Research on the Calibration Method and Accuracy Control of Pressure Gauge Measurement

YE Xiaofang

Sichuan Tianhua Chemical Group Co., Ltd., Luzhou, Sichuan, 646000, China

Abstract: This article studies the issues of metrological calibration and accuracy control of pressure gauges. Pressure gauges are important instruments in the industrial measurement industry, and their accuracy is directly related to the quality of production and products. The article first analyzes the methods of metrological calibration for pressure gauges, including the working principle of calibration, the standard instruments used, the specific implementation process, and how to calculate the calibration data; Then, the reasons for the deviation of pressure gauge readings were introduced, including design defects in manufacturing, human factors during use, the influence of surrounding environmental conditions, and other aging and wear factors; Subsequently, some precision control measures were proposed for the pressure gauge, mainly including reasonable structural design, timely calibration and verification, improvement of the installation working environment, and timely maintenance and upkeep; Finally, prospects are made for the future development trends of calibration technology and precision control, mainly reflected in automated calibration modes and the introduction of new sensing materials.

Keywords: pressure gauge; metrological verification; precision control; uncertainty

引言

当前,我国国民经济正在朝健康良好的方向发展着,我国工业制造行业的覆盖面及影响力越来越大,因而压力表被应用于各行各业当中,但由于压力表出厂时存在的工艺上的偏差,制作材料上的差异以及日常使用中的磨损等原因都会造成压力表最后所呈现出的结果在准确性和稳定性上存在一定的偏差、失误,从而给工业生产带来严重的安全隐患。

1 压力表计量检定方法

1.1 检定原理与标准器

压力表检定,大多数情况下都是用的比较测量法,即简单地讲就是把被检测的压力表跟一个比较精确的标准器放在同样试验压强之下比对读数,所用的标准器主要是指活塞式压力计、数字压力计以及压力校验仪等等这些仪器仪表,都比一般压力表精确稳定可靠很多,据中国计量院在某些文章中有提及到,选用标准器具的时候一定要谨慎核实它的量程范围适不适合,不确定度等级符不符合要

求等等问题才能保证整个检定过程的良好溯源性。实际操作时检验人员必须了解清楚自己所使用的标准器的使用规范,才能避免因不当的操作手法造成的附加误差。

1.2 检定步骤与操作规程

检定的具体流程,绝大多数是由准备步骤、加压步骤、读数步骤及判定步骤这几部分组成的。首先是检查压力表的外表有无严重损伤现象,它的标识是否清晰完整等方面来确认它是否符合参加检定的基础条件。其次是通过用某一类的压力发生装置,按规范逐级地对各个检测点进行加载;同时还要各自记录下被检测压力表和标准仪器在每个压力位置上的读数。而且文件中还明文指出增压降压都应当循序渐进,严禁急升急降避免给仪表内部精细零件造成巨大的冲击导致损坏。检定人员必须依照文件的规定一步一步来检定,最好不要跳过任何一个环节。比如检定时在一个确定好的压力点上必须待示值稳定后再观察记录,为减少随机误差通常还会在这个压力点重复测两三次求平均值之类。像这样都按规定做到的话确实可以提高检定结

果的再现性水平。但实际上工作中有些时候检定员因为赶时间或其他原因会偷懒省略重复测量这个步骤从而导致测量结果出现本不应该出现的波动。

1.3 检定数据处理与不确定度评估

数据处理这个模块主要是误差的运算以及最后是否合格的评判。误差大多是通过被检测压力表读数减去标准器读数,然后再把得到的误差数值与它规定出来的最大的允许误差作对比;不确定度评估这部分就需要分析很多的因素诸如:标准仪器本身的不确定度、外界条件改变带来的不确定度还包括观测者自身读数过程中产生的差异等等。根据那个广泛使用的 ISO/IEC 指南 98-3 的看法来说,不确定度应该用 A 类和 B 类两种评估方法进行估计,例如对同一个压力检测点重复测量得到的一系列数据可通过计算得到它的标准差这就属于 A 类不确定度来源的一部分。这一环节的开展是为了让校准结果从理论上说是事实基础的,而且是可靠的。但在数据的分析过程中有时不免会出现一些运算错误或者忽视了一些量之间的联系等因素而造成最后判断的失准。所以一家有责任心的检测机构有必要设立相关的数据复核政策以这种方式强化对品质监管程度。

2 压力表精度影响因素分析

2.1 设计与制造因素

制造上的问题即是指具体的加工工艺以及装配过程中的品质管理。比如,内部最核心的那个弹簧管所采用的材料品质若是不过硬,在受压时就容易出现弹性的迟滞现象;再如表盘上刻度线如果印制得不够精细,则会导致读数时刻度偏差很大。制造商在加工过程中必须要对每一个公差进行严格把关并且注重每一环节的测试检验。然而实际上很多厂商为了节约成本,会选择使用一些比较廉价的原料,这无疑会使仪器在未来长久的使用中变得不可靠。

2.2 使用条件与操作因素

使用环境这个概念就比较广泛了,包括压力表所处的实际工作的压力范围,它接触到的工作介质类型,以及它是怎么被人们装上去的;而使用因素就得看使用者的技术水平,还有就是在日常中有没有对它加以维护。当压力表处于超出其测量范围的工作状态的时候很容易发生塑性的变形;当被测量的介质非常有腐蚀性的时刻渐渐腐蚀压力表内部零件。^[1]如果工人师傅们在安装时不按要求胡乱安装,如,把仪器斜放,这就又增加了一项附加误差量。又或者有一些企业的压力表就设置在一个振动幅度较大的地方,因此导致压力表的示数不停地摆动使人难以观察读数。像这样的使用情况的变动都会对其精度产生较大影响,我们必须要高度重视起来。

2.3 环境因素

环境因素如温度、湿度和振动都对压力表的工作性能有着影响。温度变化会引起物体的热胀冷缩,从而影响到

弹簧管的弹力性能;在潮湿环境中容易引起生锈。至于振动那就更明显了,这会让指针变松或者加速机器内部零件磨损。一些论文中指出温度每变化 10°C,某些类型的压力表会出现大于 0.5% 的附加误差。可见,环境控制对于精度管理来说是多么的重要。但是在实际工作过程中,环境却经常被人们忽视,在压力表放置在户外的时候这一点尤其突出。

2.4 老化与磨损因素

老化与磨损,这是在压力表长期使用中的一个正常的、无可避免的现象。弹簧管会因无时无刻都在承受着外力而疲劳;轴尖会在反复摩擦中磨损;垫圈等等会在岁月流逝中老化等等,都是一点一滴地在侵蚀着精度。比如一块压力表经过几千甚至上万次的加压降压过程之后它的弹簧管可能就会有了一定的塑性变形,再也回不到从前的样子了。磨损的情况又与使用频率的高低以及平时是否细心维护有着密不可分的关系,一块从来没有接受过定期检测的压力表它的准确率下降的速度一定是很快的。对这个影响因素的分析其实也凸显了准确性管理工作中的仪表全寿命管理的重要性。

3 压力表精度控制策略

基于对压力表精度影响因素及对应控制对策的深入剖析,还应进一步研究各因素综合作用对企业实际使用的压力表精度的影响以及对精度控制工作的启示。企业的工业生产环境复杂多样,一台压力表通常会遭受多个影响因素的同时作用,如在一个化学工艺过程中,一块压力表可能会受到过程流体腐蚀性、温度变化还有机械震动的联合作用,这块压力表发生精度下降可能是由几个影响因素共同造成的,而不是单独某个原因引起,所以针对这几个因素进行精度控制就不能够只对其中的一个单独采取行动,而应当树立一套系统的管理观念。在具体管理过程中要结合所涉及压力表的实际使用场合,明确主要影响因素并据此拟定具体的控制办法,比如对于震动严重场合下的压力表来说不仅要在安装时做好加固措施,同时也要选择抗震结构或者加装减震部件并且适当加密检定频次。这样的系统化精度管理思路有利于从根本上提高企业所用压力表示值的可信度及稳定性进而延长其使用寿命,同时也为公司开展分类管控、区别对待提供了参考,使公司能够在保障安全和质量的同时合理安排人力物力财力降低维修成本。

3.1 设计优化与材料选择

针对设计上的改进问题应该把目光放在具体的一些构造上的优化、精度上的提升等方面,比如可以采用一些数字式的感应器来替代一部分机械部件减少因为机械摩擦而产生的误差,在选材上可以多选择用一些不锈钢或者是一些特殊的合金之类的材质以增强其耐腐蚀性等等。厂家应该多参考一些先进的标准,比如我们中国的国家标准 GB/T1226 就很不错,就可以将其作为自己设计上的标准。当然设计上的升级也应该考虑到成本和性能的问题,不能

一味地追求设计冗余的问题。这个方案如果真的实施起来是可以在根源上解决压力表出厂时的基本精度度问题的。

3.2 定期检定与校准管理

定期进行检定,这在精度管理全流程里面是最重要的步骤,它通过定期对压力表进行对比来检测压力表的各项参数是否还在允许范围之内。校准管理指的是编制合理的检定计划并且选取具有相应能力的合法检定单位并保存所有检定结果档案。根据检定规则的基本要求,压力表检定周期最长原则上不超过六个月。实验室或者企业的计量管理部门应当设立计量数据库便于检索每一台仪器的历史检定记录。举例来说,目前部分企业已经使用信息平台管理所有仪器的检定日期以此避免出现漏检的情况。如此显然提升了计量管理水平^[2]。但在部分情况下受限于条件制约,定期检定这项任务时有延误导致精度长期不能达标。

3.3 使用环境控制与操作规范

使用环境的控制,这就需要我们对其进行控温,隔振,防尘等一系列措施,而操作方法就需要使用者经过一定培训并严格按照规定步骤执行。例如在一个精密度要求高的测试中我们要把压力表放在恒温实验室里;我们在对它进行操控的过程中应尽可能缓慢地升降压。环境控制如果能做到位确实是在很大程度减少环境的影响的,但是环境控制这一点大多数时候它是取决于现场情况的,不大可能达到理想状态。

3.4 维护保养与故障预防

例行保养包括对压力表经常性的清扫,给该加油的地方加注油、更换陈旧零部件等等。而预防故障是通过设备定期检查及报警来实现的。如我们可每隔三个月就对一下压力表密封性能还好吗?指针还可自由转动吗?等问题进行一次询问,建立一个故障小册子,每次发生问题的时候都把它记下来,从而知道哪些是经常出现问题的地方^[3]。日常保养工作做好了是对仪表使用寿命的延长以及仪表准确度的保持有帮助的,这个政策需要表类使用人员跟负责维修的技术员相互协作才能完成。

4 检定与精度控制技术发展前景

4.1 自动化与智能化检定趋势

所谓的自动检定是指主要是通过机器人和特有的控制程序软件等来实现检定全过程的高度自动化,甚至完全无人化的操作;而智能化是指运用人工智能技术使机器能够自己分析检定数据,还能自己检查某些普通故障。比如一套自动的压力校验装置它可以同时检测大量待测的压力仪表,这就大大提升了检定的工作效率。有部分科技杂志指出自动检定大概降低了近百分之三十的人力成本,还能够提升检定结果的重复性。这个趋势如果延续下来是非常有可能从根源上解决目前检定方式中存在的人为因素

导致的各种失误问题的。

4.2 新型传感器与精度提升技术

新的传感器诸如 MEMS 传感器,光纤传感器等都有着相当高的精度及较好的抗干扰性能。精度提升的方式更多的借助于对电子信息进行计算以及采用软件补偿算法来完成。比如增加温度补偿电路模块用来消除因外界环境温度改变造成的测试偏差,这些新兴的技术的应用都会让压力计逐渐向全数字、高度集成的方向进化^[4]。但新技术的应用同样要考虑是否能适用于已有的设备上,相关的规定是否能够同步更新。

4.3 标准体系与国际协调进展

标准体系其实一直在更新着,努力囊括进这些新出现的技术与方法。而在国际上,则是在积极寻求全球的度量衡系统可以得到统一,像那个国际法制计量组织实际上指的是 OIML,常常发布一些意见,希望各个成员国都可以参照执行。而我们国家也是其中较为重要的一员,也在积极参与国际标准文件的制定以期提升国内仪表产品的国际市场竞争能力。这样的发展趋势有助于减少乃至扫清在国际贸易上的技术壁垒,规范技术差异。

5 结束语

本文较系统的探究了压力表的计量检定的方法及其精度控制的问题。而在经过一系列检定步骤的梳理、影响要素的探讨以及措施分析之后我们也认识到,实际上这个精度管理的工作并不是一项简单任务。未来对技术的发展展望也告诉我们,自动化的发展与各类新技术的引入都会促使本领域迎来巨大变革。值得注意的是我们认为精度管控事实上不仅仅是简单的技术性问题更是管理和协调各路标准的问题。作为一个对此进行研究的人来说,我一直认为,夯实计量等这些基本工作环节对制造行业乃至整个产业安全可靠、持续健康的发展而言都是非常重要的。今后我们需要更加注重的是这些技术手段和方法的具体应用状况和彼此之间的融合情况才能更好地适应不断发展的市场需求和技术条件。

[参考文献]

- [1]贾雪扬.一般压力表日常检定注意事项探析[J].品牌与标准化,2025(6):261-263.
- [2]邓爱华,马巧玲,谷道贺.压力表计量检定与校准方法[J].中国质量监管,2025(9):79-80.
- [3]陈振伟,叶大海,杜学慧,等.压力表使用、检定及安全监管中存在的问题及对策[J].中国计量,2025(6):96-100.
- [4]黄秋彬.压力表计量检定中常见的问题分析[J].产品可靠性报告,2024(12):101-102.

作者简介:叶小芳(1997—),毕业于四川化工职业技术学院,生产过程自动化技术专业。